

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-098435

(43)Date of publication of application : 03.04.2003

(51)Int.CI.

G02B 17/08
G02B 5/10
G02B 7/10
G02B 13/18
G02B 15/16
G03B 5/00

(21)Application number : 2001-289113

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 21.09.2001

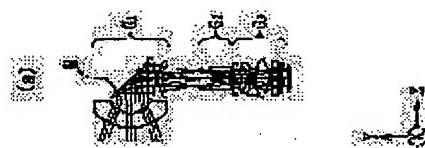
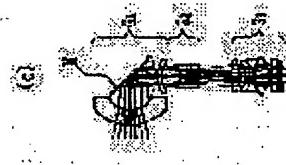
(72)Inventor : AMAUCHI TAKAHIRO

(54) ZOOM OPTICAL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a zoom optical system which is very compact, whose power consumption is extremely small, whose operating noise is low and which can be applied to an imaging device.

SOLUTION: This zoom optical system is constituted of a 1st group G1 having negative power, a 2nd group G2 having positive power, and a 3rd group G3 having positive power in this order from the object side, obtains variable power action by moving the 2nd group G2, and is constituted so that out-of-focus caused by such action is corrected via the reflection surface of a shape variable mirror M provided in the 1st group G1.



1 *り、作動音がうるさかったり、電力消費量が大きいとい
2 った問題があった。しかも、モーターやそれを動作させ
る運動回路を設ける必要があり、装置が大型化してしま
うという問題もあった。

(0004)しかも、撮像装置におけるスーム光学系の
2 フォーカス機構に附しても、オーフォーカスが主流で
あり、モーター駆動が必要であるため、動作が緩慢であ
り、作動音がうるさく、電力消費量が大きいという問題が
あつた。

(0005)しかも、未使用時にレンズを沈胴させるモ
2 ータ駆動方式の場合、使用開始時および終了時に、レン
ズを大きく移動させることになり、電力消費量がより一
層大きくなる原因となる。

(0006)また、近年、小型で高解像なズーム光学系
2 を用いた撮像装置が要求されており、例えば、特開
平11-220646号公報では、形狀可変反射面の偏心方向に垂直な軸の
2 パワー、 ψ_x/ϕ は形狀可変反射面の偏心方向に平行な軸の
パワー、 ψ_y/ϕ は光学系全系のパワーである。

(0007)本発明は上記の課題を解決する為に、特に、
2 撮像装置に適用可能なズーム光学系を提供することを目的とする。

(0008)【課題を解決するための手段】そこで、本発明では、上
記目的を達成するため、電子撮像装置用のズーム光学系
2 に、形状の変化する反射面を設けることにより、無点ず
れを補正する事が可能な撮像装置を構成することがで
きるようしている。即ち、本第1の発明によるズーム
光学系は、少なくとも1つ以上の交換用レンズ群と、
2 フォーカス作用を有する形状可変反射面とを用いたこと
を特徴とする。

(0009)また、本第2の発明によるズーム光学系
2 は、少なくとも2つ以上の交換用及びレンズセータ
作用を有するレンズ群と、少なくとも1つ以上のフォー
カス作用を有するレンズ群と、 ψ_x/ϕ と ψ_y/ϕ を用いたこと
を特徴とする。

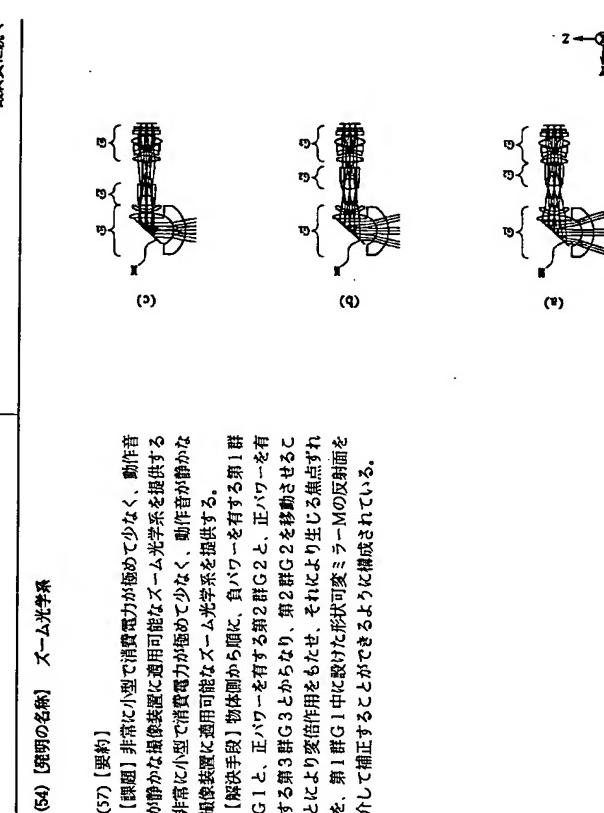
(0010)また、本第3の発明によるズーム光学系
2 は、本第1又は第2の発明によるズーム光学系において、少
なくとも1つある動作状態で、次の条件式(1)、(2)を満足す
ることを特徴とする。

$$\dots(1)$$

たゞし、 ψ_x/ϕ は形狀可変反射面の偏心方向に垂直な軸の
2 パワー、 ψ_y/ϕ は形狀可変反射面の偏心方向に平行な軸の
パワー、 ϕ は光学系全系のパワーである。

(0011)【発明の実施の形態】実施例の説明に先立ち、本発明の
2 作用を説明する。本第1の発明、又は本第2の発明によ
る形状を瞬間に変化させることができることが可能であることが
50 ら、フォーカシングが非常に高速で、しかも動作音が静

| | | | |
|--|--|---|--------------------------------------|
| (19)日本国特許 (JP) | (12)公開特許公報 (A) | (11)特許出願公開番号 特開2003-98435 (P2003-98435A) | (43)公開日 平成15年4月3日(2003.4.3) |
| (51)InQ. G 02 B 17/08 5/10 7/10 13/18 15/16 | F1 G 02 B 17/08 5/10 7/10 13/18 15/16 | デコード(参考) | |
| (21)出願番号 特願2001-289113(P2001-289113) | (71)出願人 0000000376 オリックス光学工業株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 | (72)発明者 天内 隆裕 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ ックス光学工業株式会社内 | (74)代理人 100065824 弁理士 篠原 雅司 (外1名) |
| (22)出願日 平成13年9月21日(2001.9.21) | | | |
| | | 発明曰く | |
| (54)【発明の名称】ズーム光学系 | | | |
| (57)【要約】 | | | |
| 【課題】非常に小型で消費電力が極めて少なく、動作音 2 が静かな撮像装置に適用可能なズーム光学系を提供する 非常に小型で消費電力が極めて少なく、動作音が静かな 撮像装置に適用可能なズーム光学系を提供する。 | | | |
| 【解決手段】物体側から順に、負パワーを有する第1群 G1と、正パワーを有する第2群G2と、正パワーを有 する第3群G3とからなり、第2群G2を移動させてこ とににより交換作用をもたせ、それににより生じる焦点ず れを、第1群G1中に設けた形狀可変ミラーMの反射面を 介して補正することができるよう構成されている。 | | | |



$$\mathbf{y} = \mathbf{R} \times \sin(\theta)$$

$$\begin{aligned}
y &= R \times \sin(\alpha) \\
Z &= D_y \\
&+ D_x R \cos(\alpha) + D_z R \sin(\alpha) \\
&+ D_x R' \cos(2\alpha) + D_z R' \sin(2\alpha) \\
&+ D_y R' \cos(3\alpha) + D_z R' \sin(3\alpha) \\
&\ln(q) + D_1 R' \sin(3A) \\
&+ D_2 R' \cos(4A) + D_3, (4R' - 3R') \cos(2A) \\
&+ D_4 R' \cos(4A) + D_5, (4R' - 3R') \cos(2A) \\
&+ D_6 R' \cos(5A) + D_7, (6R' - 6R' + 1) + D_8, (4R' - 3R') \sin(2A) \\
&+ D_9 R' \sin(4A) \\
&+ D_{10} R' \cos(5A) + D_{11}, (5R' - 4R') \cos(3A) \\
&+ D_{12}, (10R' - 12R' + 3R) \cos(A) \\
&+ D_{13}, (10R' - 12R' + 3R) \sin(A) \\
&+ D_{14}, (5R' - 4R') \sin(3A) + D_{15}, R' \sin(5A) \\
&+ D_{16} R' \cos(6A) + D_{17}, (6R' - 5R') \cos(4A) \\
&+ D_{18}, (15R' - 20R' + 6R') \cos(2A) \\
&+ D_{19}, (20R' - 30R' + 12R' - 1) \\
&+ D_{20}, ((15R' - 20R' + 6R') \sin(2A) \\
&+ D_{21}, (6R' - 5R') \sin(4A) + D_{22}, R' \sin(6A)
\end{aligned}$$

20*について、上記(13)式の Z 軸を中心
に沿って a 、 β 、 γ ($'$)とが与えら
れぞ、 a 、 β 、 γ ($'$)の正はそれの軸の
合、 a と β と γ の正はそれの軸の
時計回りを意味する。

[0039]また、偏心の凹面が、X軸が平行された後、 α 、 β 、 γ の順にカバーされる。その座標系がミラーモードの底盤構造を正確にする。
[0038]上記範囲は、回転対称的な曲面形状の面積を示したものであり、他のいかなる定義式もこれと等価である。したがって、本発明の目的を達成するためには、本発明の範囲内に位置するものであつてもよい。

a, b, c, dの面で座標系を回転させて構する。
[0 0 4 0]また、反射面の傾きだけ

心量としてその面の中心袖の傾き角が [0.041] また、データの記載され面、非球面等に限る項は0である。

してある。長さの単位はmmである。
〔0.42〕また、非球面形状は、光
に直交する方向をyにとり、円錐係数

と、その面の中心軸（自由曲面*）を a 、 b 、 c 、 d としたとき、次の式

本明りにおける第1実施例のスーム光学系のレンズ構成は、本明りにおける第1実施例のスーム光学系のレンズ構成を示す光軸面に沿う断面であり、(a)は正角端、(b)は負角端、(c)は望遠端の断面を示している。第1実施例における水平画角が47°、66°、87°である。また、第2実施例における水平画角が28°、47°である。第1実施例における水平画角が28°、47°である。また、第2実施例における水平画角が28°、47°である。

学系の広角端 中間状態 望遠端との各波長域における

アーティスト名
曲名
音楽ジャンル
年月日

| 出力特性 | | 物理面 | 非球面[1] | 非球面[2] | 偏心[1] | 偏心[2] |
|------|------------|----------|--------|--------|-------|-------|
| 1 | 12.07 | ∞ | 4.00 | 1.7725 | 49.6 | |
| 2 | 5.96 | | 9.56 | | | |
| 3 | FFS11 (DM) | | -4.70 | | | |
| 4 | -10.38 | | -1.81 | 1.6968 | 55.5 | |
| 5 | | | -0.50 | | | |
| 6 | -7.91 | | -1.00 | 1.6086 | 36.1 | |
| 7 | -5.61 | D1 | | | | |
| 8 | 絞り面 | | -0.50 | | | |
| 9 | -7.98 | | -4.00 | 1.7912 | 28.4 | |
| 10 | 3.42 | | -4.00 | 1.8467 | 23.8 | |
| 11 | -15.49 | | D2 | | | |
| 12 | 非球面[2] | | -2.27 | 1.7726 | 43.6 | |
| 13 | 10.71 | | -1.49 | | | |
| 14 | 5.84 | | -1.00 | 1.8329 | 26.1 | |
| 15 | -14.65 | | -1.00 | 1.6906 | 29.5 | |
| 16 | -9.07 | | -0.53 | | | |
| 17 | -10.87 | | -3.79 | 1.7674 | 49.9 | |
| 18 | 非球面[3] | | -0.50 | | | |
| 19 | ∞ | | -1.44 | 1.5477 | 62.8 | |
| 20 | ∞ | | -0.80 | | | |
| 21 | ∞ | | -0.60 | 1.5163 | 64.1 | |
| 22 | ∞ | | -1.38 | | | |
| | ∞ | | | | | |

非球面[1]

| | | | | | | |
|----------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 曲率半径 26.41 | $k = 0.0000 \times 10^0$ | $a = 3.6553 \times 10^{-4}$ | $b = -5.4240 \times 10^0$ | $c = -4.7711 \times 10^{-4}$ | $d = 5.9844 \times 10^{-10}$ | $e = -5.1569 \times 10^{-7}$ |
| 曲率半径 -18.21 | $k = 0.0000 \times 10^0$ | $a = -7.1468 \times 10^1$ | $b = -1.8085 \times 10^1$ | $c = -5.1569 \times 10^{-1}$ | $d = 3.4693 \times 10^0$ | $e = -5.1569 \times 10^{-1}$ |

卷之三

曲率半径 11 5.37
 $k = 0.0000 \times 10^0$
 $a = -2.5655 \times 10^0$
 $d = -1.9138 \times 10^0$

[0047]

偏心[1]
 $X = 0.00 Y = 0.00 Z = 0.00$
 $\alpha = 45.00 \beta = 0.00 \gamma = 0.00$

[0048]

[WE]
 $D_1 = -9.47$
 $D_2 = -0.51$

[ST]
 $C_s = 0.0000 \times 10^0$
 $C_{10} = 0.0000 \times 10^0$
 $C_{11} = 0.0000 \times 10^0$

[0049]

[TE]
 $C_s = -3.6528 \times 10^1$
 $C_{10} = -2.5020 \times 10^1$
 $C_{11} = -4.8478 \times 10^1$

[0050]

[WE]
 $| \psi_x/\phi | = 0.0000$
 $| \psi_y/\phi | = 0.0000$
 $| \eta | = 0.81$
 $D = 13.00 \text{ mm}$

[0051]

条件式の値

[ST]
 $|\psi_x/\phi| = 0.00307$
 $|\psi_y/\phi| = 0.00034$
 $|\eta| = 0.86$
 $D = 11.11 \text{ mm}$

[TE]
 $|\psi_x/\phi| = 0.00069$
 $|\psi_y/\phi| = 0.00041$
 $|\eta| = 1.18$
 $D = 8.07 \text{ mm}$

ズームを示す光軸に沿う断面図である。第2実施例のズーム光学系は、物体側から順に、3mm×4mm、広角端における水平画角が47.66°、垂直画角が36.87°、望遠端における水平画角が24.91°、垂直画角が28.07°に設計されている。
 (0053)次に、第2実施例のズーム光学系の数値データ及び条件式の値を示す。また、第2実施例の撮像光束の広角端、中間状態、望遠端ごとの各波長域における、像面差を表す収差図を図9～11に、形状可変反射面に入射する光線を示す状態説明図を図12～14にそれぞれ示す。図12～14中、Oは形状可変反射面の中は、焦点距離が6.0mm～12.0mm、開放Fナンバー*を示している。

ズームを示す光軸に沿う断面図である。第2実施例のズーム光学系は、物体側から順に、3mm×4mm、広角端における水平画角が47.66°、垂直画角が36.87°、望遠端における水平画角が24.91°、垂直画角が28.07°に設計されている。
 (0053)次に、第2実施例のズーム光学系をより詳しくすることにより、像倍率を用いて、それにより生じる焦点距離、第1群G1の中C設けた形状可変ミラーMの反射面を介して補正することができます。また、第2実施例では、その際、ミラー径を小さく構成されている。また、第2実施例のズーム光学系は、形状可変反射面に入射する光線を示す状態説明図を図9～11に、形状可変反射面の中は、焦点距離が6.0mm～12.0mm、開放Fナンバー*を示している。

| 数値データ2 | | 面番号 | 曲率半径 | 面番号 | 曲率半径 | 面番号 | 偏心 | 面番号 | 屈折率 | アッペ数 |
|--------|--|-----|-------------|-----|------|-----|----|-----|----------|---------------------------|
| | | 物体面 | ∞ | | | | | | ∞ | |
| | | 1 | 11.98 | | | | | | 4.00 | 1.7910 38.4 |
| | | 2 | 4.65 | | | | | | 6.61 | |
| | | 3 | FFS[1] (DM) | | | | | | -4.00 | 偏心(1) |
| | | 4 | 15.85 | | | | | | -1.54 | 1.7725 49.6 |
| | | 5 | 非球面[1] | | | | | | -0.50 | |
| | | 6 | -18.66 | | | | | | -1.00 | 1.8304 26.6 |
| | | 7 | -12.10 | | | | | | D1 | |
| | | 8 | 枚り面 | | | | | | D2 | |
| | | 9 | -14.10 | | | | | | -6.16 | 1.7173 30.0 |
| | | 10 | 7.67 | | | | | | -1.00 | 1.8467 23.8 |
| | | 11 | -84.69 | | | | | | 03 | |
| | | 12 | 非球面[2] | | | | | | -3.93 | 1.7754 47.4 |
| | | 13 | 39.06 | | | | | | -3.25 | |
| | | 14 | 11.87 | | | | | | -1.00 | 1.7346 27.7 |
| | | 15 | 49.79 | | | | | | -1.00 | 1.8467 23.8 |
| | | 16 | -7.44 | | | | | | -0.54 | |
| | | 17 | -8.64 | | | | | | -3.97 | 1.6820 56.1 |
| | | 18 | 非球面[3] | | | | | | -0.57 | |
| | | 19 | ∞ | | | | | | -1.44 | 1.5477 62.8 |
| | | 20 | ∞ | | | | | | -0.80 | |
| | | 21 | ∞ | | | | | | -0.60 | 1.5163 64.1 |
| | | 22 | ∞ | | | | | | -1.38 | |
| | | | | | | | | | | 非球面[1] |
| | | | | | | | | | | 曲率半径 8.13 |
| | | | | | | | | | | $k = 0.0000 \times 10^0$ |
| | | | | | | | | | | $a = -2.4592 \times 10^1$ |
| | | | | | | | | | | $b = 7.1762 \times 10^1$ |
| | | | | | | | | | | $c = -3.8853 \times 10^1$ |
| | | | | | | | | | | 非球面[2] |
| | | | | | | | | | | 曲率半径 -13.07 |
| | | | | | | | | | | $k = 0.0000 \times 10^0$ |
| | | | | | | | | | | $a = -6.6592 \times 10^1$ |
| | | | | | | | | | | $b = 2.1610 \times 10^1$ |
| | | | | | | | | | | $c = -7.2551 \times 10^1$ |
| | | | | | | | | | | 非球面[3] |

$k = 0.0000 \times 10^0$
 $a = -2.6903 \times 10^{-1}$
 $d = 1.3787 \times 10^{-10}$

[0 0 5 5]

$X = 0.00$ $Y = 0.00$ $Z = 0.00$
 $\alpha = 45.00$ $\beta = 0.00$ $\gamma = 0.00$

[0 0 5 6]

[WE]
 $D_1 = -3.61$
 $D_2 = -13.97$
 $D_3 = -0.50$

FFS[1]
 $C_s = 0.0000 \times 10^0$
 $C_{1s} = 0.0000 \times 10^0$
 $C_{11s} = 0.0000 \times 10^0$

[0 0 5 7]

[ST]
 $D_1 = -7.87$
 $D_2 = -5.94$
 $D_3 = -4.27$

FFS[1]
 $C_s = 5.4047 \times 10^{-1}$
 $C_{1s} = -5.4077 \times 10^{-1}$
 $C_{11s} = -1.0082 \times 10^{-1}$

[0 0 5 8]

[TE]
 $D_1 = -0.69$
 $D_2 = -0.50$
 $D_3 = -16.89$

FFS[1]
 $C_s = -1.5681 \times 10^{-1}$
 $C_{1s} = -3.3349 \times 10^{-1}$
 $C_{11s} = -6.5207 \times 10^{-1}$

[0 0 5 9]

条件式の値
[WE]
 $|\psi_x/\phi| = 0, 0.000$
 $|\psi_y/\phi| = 0, 0.000$
 $|\eta| = 0, 8.2$
 $D = 9, 20 \text{ mm}$

[ST]
 $|\psi_x/\phi| = 0, 0.0265$
 $|\psi_y/\phi| = 0, 0.0005$
 $|\eta| = 0, 8.9$
 $D = 9, 27 \text{ mm}$

[TE]
 $|\psi_x/\phi| = 0, 0.0198$
 $|\psi_y/\phi| = 0, 0.0168$
 $|\eta| = 1, 2.0$

図15は本発明にかかる第3実施例のズーム光学系のレンズ構成を示す光軸に沿う断面図である。第3実施例のズーム光学系は、物体側から順に、負パワーを有する第1群G1と、正パワーを有する第2群G2と、正パワーを有する第3群G3とからなり、第2群G2を移動させることにより変倍作用をもたせ、それにより生じる焦点ずれを、第1群G1中に設けた形状ミラーMの反射面を介して補正することができるよう構成されている。また、第3実施例では、その際、ミラー径を小さくする為に、第1群G1中にプリズムPを設け、形状可変ミラーMの反射面への入射角が小さくなるようにしている。この入射角は5.5°以下で構成すると更に望ましい。 4.0° 以下で構成すると更に望ましい。また、第3実施例のズーム光学系は、焦点距離が6.0mm～1*

| 面番号 | 曲率半径 | 面間隔 | 偏心 | 屈折率 | アッペ数 |
|-----------|----------|-----|----|------|-------------------|
| 物平面 | ∞ | | | | |
| 1 | 15.38 | | | 3.80 | 1.7368 52.0 |
| 2 | 7.14 | | | 3.42 | |
| 3 FFS[1] | | | | 0.00 | 1.5254 56.2 |
| 4 | ∞ | | | 0.00 | 偏心(1) 1.5254 |
| 5 FFS[2] | | | | 0.00 | 偏心(2) |
| 6 FFS[3] | | | | 0.00 | 偏心(3) |
| 7 FFS[2] | | | | 0.00 | 偏心(2) 1.5254 56.2 |
| 8 | ∞ | | | 0.50 | 偏心(1) |
| 9 | 6.33 | | | 1.00 | 1.6567 57.2 |
| 10 非球面[1] | | | | 1.22 | |
| 11 | 9.80 | | | 1.23 | 1.8466 23.8 |
| 12 | 16.88 | | | 01 | |
| 13 級り面 | | | | | |
| 14 | 6.30 | | | 0.50 | |
| 15 | -2.65 | | | 3.80 | 1.7748 32.0 |
| 16 | 26.15 | | | 3.80 | 1.8466 23.8 |
| 17 非球面[2] | | | | 02 | |
| 18 | 5.26 | | | 1.03 | 1.4907 67.5 |
| 19 | 7.19 | | | 3.30 | |
| 20 | -30.76 | | | 3.64 | 1.7612 49.9 |
| 21 | 16.83 | | | 0.56 | |
| 22 | 18.17 | | | 2.19 | 1.6821 56.1 |
| 23 非球面[3] | | | | 0.50 | |
| 24 | ∞ | | | 1.44 | 1.5477 62.8 |
| 25 | ∞ | | | 0.80 | |
| 26 | ∞ | | | 0.60 | 1.5163 64.1 |
| 27 | ∞ | | | 1.39 | |
| 像面 | ∞ | | | 0.00 | |

(11)

39

$$\begin{aligned} k &= 0.0000 \times 10^0 \\ a &= -1.2268 \times 10^{-1} \\ d &= -1.1442 \times 10^{-1} \end{aligned}$$

非球面[2]

曲率半径 161.20

$$\begin{aligned} k &= 0.0000 \times 10^0 \\ a &= 1.0967 \times 10^{-1} \\ d &= -3.1901 \times 10^{-1} \end{aligned}$$

非球面[2]

曲率半径 -5.27

$$\begin{aligned} k &= 0.0000 \times 10^0 \\ a &= 5.7769 \times 10^{-1} \\ d &= -4.6917 \times 10^{-1} \end{aligned}$$

[0063]

$$\begin{aligned} FFS[1] & C_1 = 7.7408 \times 10^{-1} & C_s = -9.5088 \times 10^{-1} \\ C_{1s} &= 4.9058 \times 10^{-1} & C_{1s} = -1.5593 \times 10^{-1} \\ C_{1t} &= 4.3465 \times 10^{-1} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} FFS[2] & C_1 = -3.8674 \times 10^{-1} & C_s = -4.3299 \times 10^{-1} \\ C_{1s} &= 5.3895 \times 10^{-1} & C_{1s} = 5.3895 \times 10^{-1} \\ C_{1t} &= 0.54 & \end{aligned}$$

[0064]

偏心[1]

$$\begin{aligned} X &= 0.00 Y = 2.50 Z = 12.80 \\ \alpha &= -60.00 \beta = 0.00 \gamma = 0.00 \end{aligned}$$

偏心[2]

$$\begin{aligned} X &= 0.00 Y = 4.57 Z = 11.60 \\ \alpha &= -90.00 \beta = 0.00 \gamma = 0.00 \end{aligned}$$

偏心[3]

$$\begin{aligned} X &= 0.00 Y = 4.76 Z = 11.36 \\ \alpha &= -90.00 \beta = 0.00 \gamma = 0.00 \end{aligned}$$

[0065]

[WE]

D1 : 6.09

D2 : 0.54

$$\begin{aligned} FFS[3] & C_1 = 0.0000 \times 10^0 & C_s = 0.0000 \times 10^0 \\ C_{1s} &= 0.0000 \times 10^0 & C_{1s} = 0.0000 \times 10^0 \\ C_{1t} &= 0.0000 \times 10^0 & \end{aligned}$$

[0066]

$$\begin{aligned} FFS[3] & C_1 = -3.1751 \times 10^{-1} & C_s = -1.1944 \times 10^{-1} \\ C_{1s} &= 3.3405 \times 10^{-1} & C_{1s} = 6.2822 \times 10^{-1} \\ C_{1t} &= 4.3404 \times 10^{-1} & C_{1t} = 4.5323 \times 10^{-1} \end{aligned}$$

[0067]

$$\begin{aligned} [TE] & D1 : 0.57 \\ & D2 : 6.06 \end{aligned}$$

(12)

21

$$\begin{aligned} FFS[3] & C_1 = -9.6676 \times 10^{-1} & C_s = -1.5055 \times 10^{-1} \\ C_{1s} &= 1.6222 \times 10^{-1} & C_{1s} = 1.3029 \times 10^{-1} \\ C_{1t} &= 9.9498 \times 10^{-1} & C_{1t} = 2.7203 \times 10^{-1} \end{aligned}$$

[0068]

条件式の値

[WE]

$$|\psi_x/\phi| = 0.0000$$

$$|\psi_y/\phi| = 0.0000$$

$$|\eta| = 0.69$$

$$D = 9.20 \text{ mm}$$

[ST]

$$|\psi_x/\phi| = 0.00267$$

$$|\psi_y/\phi| = 0.01004$$

$$|\eta| = 0.81$$

$$D = 7.08 \text{ mm}$$

[TE]

$$|\psi_x/\phi| = 0.01219$$

$$|\psi_y/\phi| = 0.01899$$

$$|\eta| = 1.11$$

$$D = 4.89 \text{ mm}$$

[0069] 第4実施例

図2は本発明にかかる第4実施例のスーム光学系のレンズ構成を示す光軸を沿う断面図である。第4実施例のスーム光学系は、物体側から順に、負パワーを有する群1群G1と、正パワーを有する群2群G2と、正パワーを有する群3群G3と、正パワーを有する群4群G4とからなり、第2群G2を移動させるごとにより変倍作用をもたせ、それにり生じる焦点ずれを、第3群群G3を移動させることで補正が可能である。また、第1群G1を中心とした形状可変ミラーMの反射面を介してフォトカシングを行うことができるよう構成されている。また、第4実施例のスーム光学系は、焦点距離が6.1mm*面間隔を示している。

数値データ4

| 面番号 | 曲率半径 | 面間隔 | 偏心 | 屈折率 | アーチ数 |
|-----|----------|----------|--------|------|------|
| 物体面 | ∞ | ∞ | | | |
| 1 | 28.08 | 1.50 | 1.7725 | 49.6 | |
| 2 | 7.72 | 9.50 | | | |
| 3 | FFS[1] | -5.89 | 偏心(CL) | | |
| 4 | -12.26 | -1.00 | 1.7725 | 49.6 | |
| 5 | 非球面[1] | -1.23 | | | |
| 6 | -11.87 | -5.93 | 1.7697 | 26.0 | |
| 7 | -26.90 | D1 | | | |
| 8 | 枚り面 | | | | |
| 9 | -19.52 | -6.00 | 1.6909 | 55.7 | |
| 10 | 8.52 | -1.00 | 1.7927 | 37.7 | |
| 11 | 38.37 | 0.2 | | | |
| 12 | 非球面[2] | -6.00 | 1.7135 | 53.9 | |
| 13 | 14.35 | -0.75 | | | |
| 14 | 18.27 | -1.22 | 1.8182 | 29.3 | |

$n_{\infty} = n_{\infty \infty} = n_0$

である。ただし、 n_0 は常光線の屈折率を示し、 n_{∞} および $n_{\infty \infty}$ は、常光線を含む面内での互いに直交する方向の屈折率を示す。

* [01115] なお、高分子分散液晶層 5 1.4 に印加する電圧は、例えば、図 4.7 に示すように、可変焦点レンズ 5 1.9 により段階的に連続的に変化させることもできる。このようになりますれば、印加電圧が高くなるにつれて、液体分子 5 1.7 は、その慣性運動が遅々と可変焦点レンズ 5 1.1 の光軸と平行となるようになり、屈折力を段階的に変えることができる。

[01116] ここで、図 4.4 に示す状態、すなはち高分子をオフ、すなはち高分子分散液晶層 5 1.4 に電界を印加しない状態では、液体分子 5 1.7 が懸念する方向を向いており、入射光に対する高分子分散液晶層 5 1.4 の屈折率は高く、屈折力の強いレンズとなる。これに対して、屈折率は低く、屈折力の弱いレンズとなる。これに対し、図 4.6 に示すように、スイッチ 5 1.5 をオンとして 10 子分散液晶層 5 1.4 に電界を印加すると、液体分子 5 1.7 の平均屈折率 n_{av} は、図 4.5 に示すように分子 5 1.7 は、屈折率円錐の基準方向が可変焦点レンズ 5 1.1 の光軸と平行となるよう配置するので、屈折率が低くなり、屈折力の弱いレンズとなる。

$n_0 = f f \cdot n_{\infty \infty} + (1 - f f) n_0 / (n_{\infty} + n_{\infty \infty}) / 3 = n_{\infty \infty}$... (18)

となる。また、上記(18)式成立ときの平均屈折率 n_{av} $(2n_0 + n_{\infty}) / 3 = n_{\infty \infty}$... (19)

で与えられる。このとき、高分子分散液晶層 5 1.4 の屈折率 n_0 は、高分子セル 5 1.8 を構成する高分子の屈折率を n_0 とし、高分子分散液晶層 5 1.4 の体積を $\star 20$ で与えられる。

$n_0 = f f \cdot n_{\infty \infty} + (1 - f f) n_0 / (n_{\infty} + n_{\infty \infty}) / 3 = n_{\infty \infty}$... (20)

* [01117] したがって、図 4.7 に示すように、レンズ 5 1.2 および 5 1.2 b の内側の面、すなはち高分子分子 5 1.2 および 5 1.2 b の外側の面、 n_0 は、

$1/f = (n_0 - 1) / (1/R_1 - 1/R_2)$... (21)

で与えられる。なお、 R_1 および R_2 は、曲率中心が像点側にあるとき、正とする。また、レンズ 5 1.2 a および 5 1.2 b の外側の面による屈折は除いている。つまり、 $\star 20$ 式で与えられる。

$1/(f - f_1) / f_1 = 1 / (n_0 - n_{\infty}) / (n_{\infty} - 1)$... (22)

とすれば、図 4.6 に示す状態、すなはち高分子分散液晶層 5 1.4 に電界を印加した状態で、高分子分散液晶層 5 1.4 における屈折率を n_0 とする。

$n_0 = f f \cdot n_{\infty \infty} + (1 - f f) n_0 / (n_{\infty} - n_{\infty \infty}) / 3 = n_{\infty \infty}$... (23)

で与えられるので、この場合の高分子分散液晶層 5 1.4 は、 n_0 によるレンズの焦点距離 f_1 は、

$1/f_1 = (n_0 - 1) / (1/R_1 - 1/R_2)$... (24)

で与えられる。なお、高分子分散液晶層 5 1.4 c 、図 4.4 による焦点距離 f_1 との間の関係となる。

[01118] 上記(21)式および(24)式から、高分子分散液晶層 5 1.4 による焦点距離の変化率は、

$| (f_1 - f_1) / f_1 | = | (n_0 - n_{\infty}) / (n_{\infty} - 1) |$... (25)

で与えられる。したがって、この変化率を大きくするに $\star 20$ は、 $| n_0 - n_{\infty} |$ を大きくすればよい。ここで、

$n_0 - n_{\infty} = f f \cdot (n_{\infty} - n_{\infty \infty}) / 3 = f f \cdot n_{\infty} / 3$... (26)

であるから、 $| n_0 - n_{\infty} |$ を大きくすれば、変化率を大きくすることができます。実用的には、 n_0 が、 $\star 20$ とすれば、 $f f = 0.5$ のとき、高分子分散液晶層 5 1.4 による焦点距離を、0.5%以上変えることができる。そこで、効果的な可変焦点レンズを構成することができる。 $n_0 - n_{\infty}$ は、液晶物質の隙間から、1.0 を超えることはできない。

[01120] 次に、上記(26)式の上記の根拠について説明する。「Solar Energy Materials and Solar Cell」50 页の第266 頁、図 6 には、高分子分散液晶の半径を r とし、 $t = 300 \mu\text{m}$ 、 $f f = 0.5$ 、 $n_0 = 1.45$ 、

* [01115] なお、高分子分散液晶層 5 1.4 に印加する電圧は、例えば、図 4.7 に示すように、可変焦点レンズ 5 1.9 により段階的に連続的に変化させることもできる。このようになりますれば、印加電圧が高くなるにつれて、液体分子 5 1.7 は、その慣性運動が遅々と可変焦点レンズ 5 1.1 の光軸と平行となるようになり、屈折力を段階的に変えることができる。

[01116] ここで、図 4.4 に示す状態、すなはち高分子分散液晶層 5 1.4 に電界を印加しない状態での、液晶分子 5 1.7 は、その慣性運動が遅々と可変焦点レンズ 5 1.1 の光軸と平行となるようになり、屈折率を n_{∞} とし、 $t = 7.5 \mu\text{m}$ として、例えば、 $t = 15.0 \mu\text{m}$ の場合を * [01121] ここで、 $t = 15.0 \mu\text{m}$ の場合を * [01122] これらの場合から、

$n_0 = (n_{\infty} + n_{\infty \infty}) / 2$... (28)

であれば、 $t = 7.0 \mu\text{m}$ ～ $8.0 \mu\text{m}$ 以上となり、レンズとして十分実用になる。したがって、例えば、 $t = 7.5 \mu\text{m}$ の場合は、 $D \leq t / 5$ で、十分な透通率が得られることになる。

[01123] また、高分子分散液晶層 5 1.4 の透通率 $\star 20$ は、

$n_0 = (n_{\infty} + n_{\infty \infty}) / 2$... (29)

を満足するときである。

[01124] ここで、可変焦点レンズ 5 1.1 は、レンズとして使用するものであるから、図 4.4 の状態でも、国 4.6 の状態でも、透通率はほぼ同じで、かつ高い方が良い★

$n_0 = (n_{\infty} + n_{\infty \infty}) / 2$... (30)

とすればよい。

$[01125] \text{上記(29)式を満足すれば、上記(28)式は、} \star 20$ 20 25 さらによく満足される。

$D \cdot t \leq \lambda \cdot 8.0 \mu\text{m}$... (31)

であれば良いことになる。なぜなら、フレネルの反射率 $\star 20$ は、およそ上記の高分子と液晶分子 5 1.7 によっては、反射率は屈折率の 2 倍に比例するので、高分子セル 5 1.8 を構成する高分子と液晶分子 5 1.7 の

$D \cdot t \leq \lambda \cdot 8.0 \mu\text{m}$... (32)

であればよい。ただし、 $(n_{\infty} - n_{\infty \infty}) / (n_{\infty} - n_{\infty \infty})$ と $(n_{\infty} - n_{\infty \infty}) / (n_{\infty} - n_{\infty \infty})$ のうち一方が良いが、 f は、 $f = 1$ では、高分子の体積がゼロとなり、高分子セル 5 1.7 または、可変焦点レンズ 5 1.1 の界面での光の散乱がフレネルの反射率分子 5 1.7 の値で形成されなくなるので、D は、実用的には、

$0.1 \leq f \leq 0.999$... (33)

とする。一方、 $f f$ は、小さいほどでは向上するので、 $\star 20$ 上記(32)式は、好ましくは、

$4 \times 10^{-4} \cdot (\mu\text{m})^3 \cdot D \cdot t \leq \lambda \cdot 45 \mu\text{m} \cdot (1.585 - 1.45) / (n_{\infty} - n_{\infty \infty})^{1/2}$... (34)

とする。なお、 t の下限値は、図 4.4 から明らかのように $t = D$ で、D は、上記したように 2 nm 以上である

$D \cdot t \leq \lambda \cdot 5.85 \mu\text{m}$... (35)

である。また、D が $5.0 \mu\text{m}$ を越えると、光の散乱は幾何学的となり、高分子セル 5 1.8 を構成する高分子と液晶分子 5 1.7 の界面での光の散乱がフレネルの反射式に従って増大するので、D は、実用的には、

$0.1 \leq f \leq 0.999$... (35)

とする。

[01129] 図 4.8 は図 4.7 に示す可変焦点レンズ 5 1.1 を用いたデジタルカメラ用の撮像光学系の構成を示す。

この撮像光学系においては、物体の像を示すためにレンズ 5 2.1、可変焦点レンズ 5 1.1 およびレンズ 5 2.2 を光軸方向に移動させることとな

$1.1 \text{ 焦点距離} \leq 0.0 \text{ mm}$ まで物体距離に对

して、連続的に合焦させることができる。[01131] 国 4.9 は本明日にかかるズーム光学系に適用可能な可変焦点回折光学系の一例の構成を示す図である。この可変焦点回折光学系 5 3.1 は、平行な第

$1.1 \text{ 焦点距離} \leq 0.0 \text{ mm}$ まで

である。たゞ、W.H. Wilson and E.C. Eck, 1993, Electron Science Publ. Co., Inc., 「Transmission via Scattering」, pp. 197 ～ 214, 著者: S. J. Fisher, B. V. K. Narayanan, 1993, 「Transparent switching G films」には、部分分子分散液晶の大きさを変化させることによって、透明基板上の光の散乱を抑制する方法が示されている。

$1.1 \text{ 焦点距離} \leq 0.0 \text{ mm}$ まで

である。たゞ、W.H. Wilson and E.C. Eck, 1993, Electron Science Publ. Co., Inc., 「Transmission via Scattering」, pp. 197 ～ 214, 著者: S. J. Fisher, B. V. K. Narayanan, 1993, 「Transparent switching G films」には、部分分子分散液晶の大きさを変化させることによって、透明基板上の光の散乱を抑制する方法が示されている。

$1.1 \text{ 焦点距離} \leq 0.0 \text{ mm}$ まで

である。たゞ、W.H. Wilson and E.C. Eck, 1993, Electron Science Publ. Co., Inc., 「Transmission via Scattering」, pp. 197 ～ 214, 著者: S. J. Fisher, B. V. K. Narayanan, 1993, 「Transparent switching G films」には、部分分子分散液晶の大きさを変化させることによって、透明基板上の光の散乱を抑制する方法が示されている。

$1.1 \text{ 焦点距離} \leq 0.0 \text{ mm}$ まで

である。たゞ、W.H. Wilson and E.C. Eck, 1993, Electron Science Publ. Co., Inc., 「Transmission via Scattering」, pp. 197 ～ 214, 著者: S. J. Fisher, B. V. K. Narayanan, 1993, 「Transparent switching G films」には、部分分子分散液晶の大きさを変化させることによって、透明基板上の光の散乱を抑制する方法が示されている。

$1.1 \text{ 焦点距離} \leq 0.0 \text{ mm}$ まで

である。たゞ、W.H. Wilson and E.C. Eck, 1993, Electron Science Publ. Co., Inc., 「Transmission via Scattering」, pp. 197 ～ 214, 著者: S. J. Fisher, B. V. K. Narayanan, 1993, 「Transparent switching G films」には、部分分子分散液晶の大きさを変化させることによって、透明基板上の光の散乱を抑制する方法が示されている。

$1.1 \text{ 焦点距離} \leq 0.0 \text{ mm}$ まで

である。たゞ、W.H. Wilson and E.C. Eck, 1993, Electron Science Publ. Co., Inc., 「Transmission via Scattering」, pp. 197 ～ 214, 著者: S. J. Fisher, B. V. K. Narayanan, 1993, 「Transparent switching G films」には、部分分子分散液晶の大きさを変化させることによって、透明基板上の光の散乱を抑制する方法が示されている。

$1.1 \text{ 焦点距離} \leq 0.0 \text{ mm}$ まで

である。たゞ、W.H. Wilson and E.C. Eck, 1993, Electron Science Publ. Co., Inc., 「Transmission via Scattering」, pp. 197 ～ 214, 著者: S. J. Fisher, B. V. K. Narayanan, 1993, 「Transparent switching G films」には、部分分子分散液晶の大きさを変化させることによって、透明基板上の光の散乱を抑制する方法が示されている。

$1.1 \text{ 焦点距離} \leq 0.0 \text{ mm}$ まで

である。たゞ、W.H. Wilson and E.C. Eck, 1993, Electron Science Publ. Co., Inc., 「Transmission via Scattering」, pp. 197 ～ 214, 著者: S. J. Fisher, B. V. K. Narayanan, 1993, 「Transparent switching G films」には、部分分子分散液晶の大きさを変化させることによって、透明基板上の光の散乱を抑制する方法が示されている。

$1.1 \text{ 焦点距離} \leq 0.0 \text{ mm}$ まで

である。たゞ、W.H. Wilson and E.C. Eck, 1993, Electron Science Publ. Co., Inc., 「Transmission via Scattering」, pp. 197 ～ 214, 著者: S. J. Fisher, B. V. K. Narayanan, 1993, 「Transparent switching G films」には、部分分子分散液晶の大きさを変化させることによって、透明基板上の光の散乱を抑制する方法が示されている。

$1.1 \text{ 焦点距離} \leq 0.0 \text{ mm}$ まで

である。たゞ、W.H. Wilson and E.C. Eck, 1993, Electron Science Publ. Co., Inc., 「Transmission via Scattering」, pp. 197 ～ 214, 著者: S. J. Fisher, B. V. K. Narayanan, 1993, 「Transparent switching G films」には、部分分子分散液晶の大きさを変化させることによって、透明基板上の光の散乱を抑制する方法が示されている。

$1.1 \text{ 焦点距離} \leq 0.0 \text{ mm}$ まで

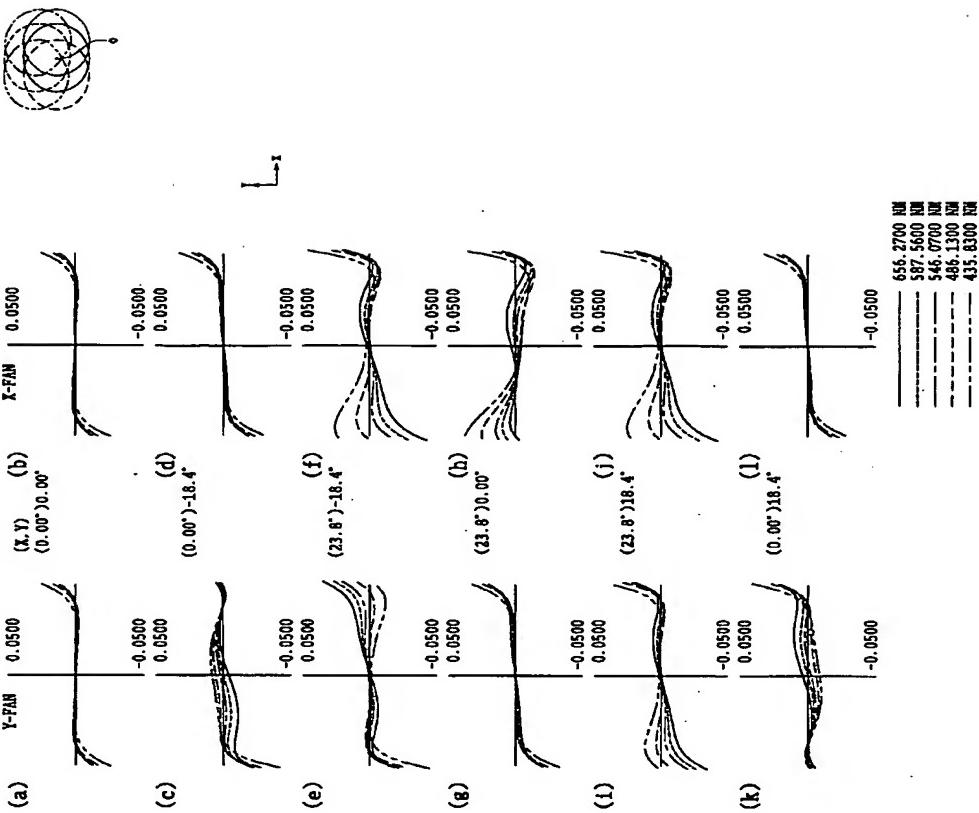
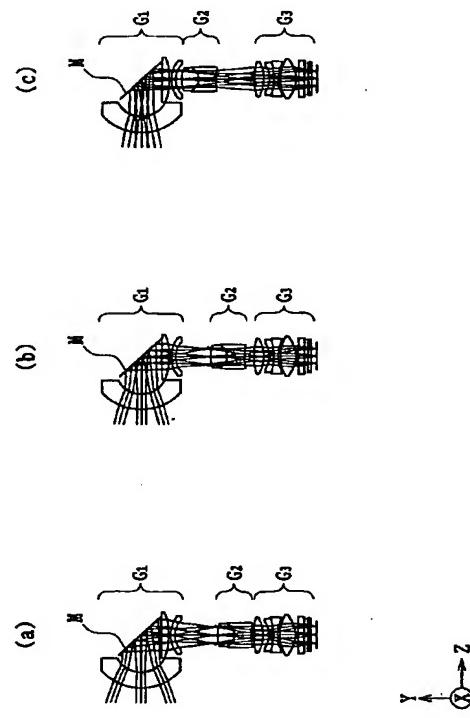
特開2003-98435

| | | | | | | | | |
|-----|----------|----------|----------|---------------|----|----------|---------------|-----|
| 2の面 | 5.0 9 a, | 5.3 3 a, | 5.6 3 a, | 5.6 7 a | 第 | * 5.3 1 | 可変焦点回折光学系子 | 36 |
| 3の面 | 5.0 9 b, | 5.3 3 b, | 5.6 3 b, | 5.6 7 b | 第 | 5.3 9 a, | 5.3 9 b | 配向膜 |
| 4の面 | 5.1 4 | 高分子分散液晶層 | 5.5 0 | 可変焦点眼鏡 | | 5.5 0 | 可変焦点眼鏡 | |
| | 5.1 5 | スイッチ | 5.5 4 | ソイストネマティック液晶層 | | 5.5 4 | ソイストネマティック液晶層 | |
| | 5.1 6 | 交流電源 | 5.5 5 | 液晶分子 | | 5.5 5 | 液晶分子 | |
| | 5.1 7 | 液晶分子 | 5.6 1 | 可変偏角プリズム | | 5.6 1 | 可変偏角プリズム | |
| | 5.1 8 | 高分子セル | 5.6 5 | 可変焦点ミラー | | 5.6 5 | 可変焦点ミラー | |
| | 5.1 9 | 可変抵抗器 | 5.6 8 | 反射鏡 | | 5.6 8 | 反射鏡 | |
| | 5.2 1 | 均 | 9.0 1 | 接眼レンズ | 10 | 9.0 2 | 接眼レンズ | |
| | | | | 対物レンズ | | | | |

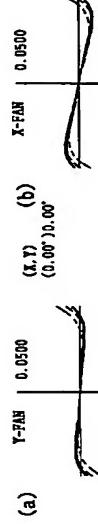
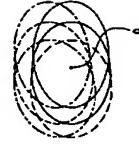
| | | |
|--------|---------------|-----|
| * 531 | 可変焦点回折光学系子 | 36 |
| 539 a, | 539 b | 配向膜 |
| 550 | 可変焦点眼鏡 | |
| 554 | ソイストナディック液晶画面 | |
| 555 | 波目ヘテ | |

[图21]

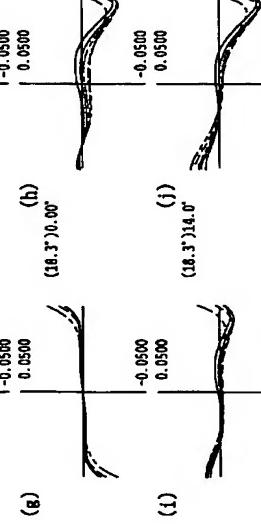
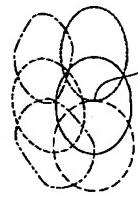
(30)



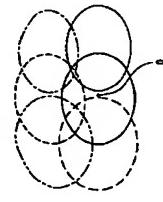
[図3]



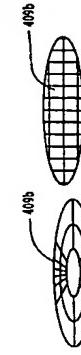
[図12]



[図13]

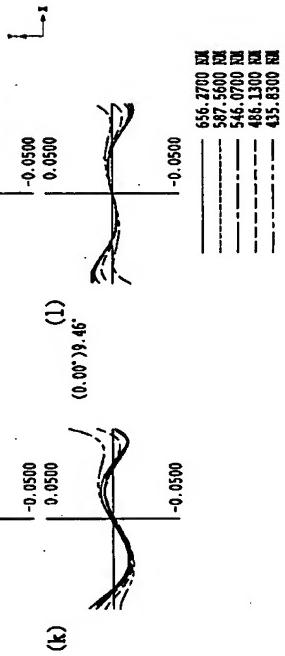
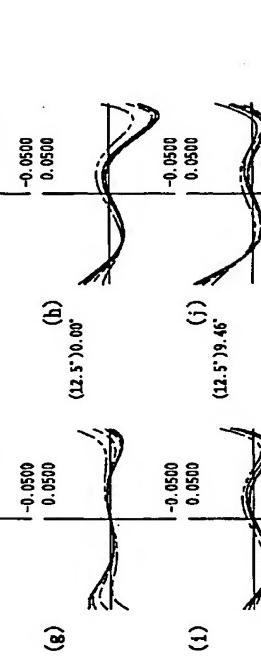
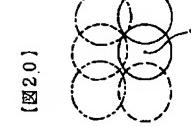


[図31]

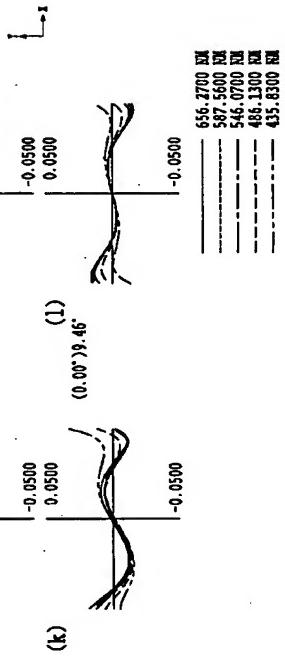
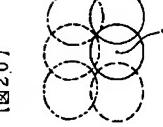


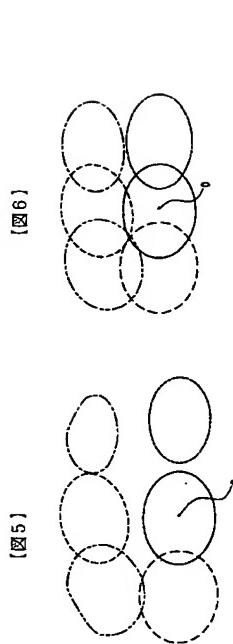
[図32]

[図4]

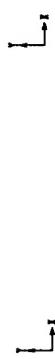
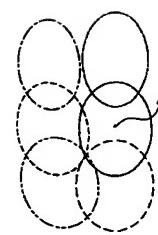


[図14]

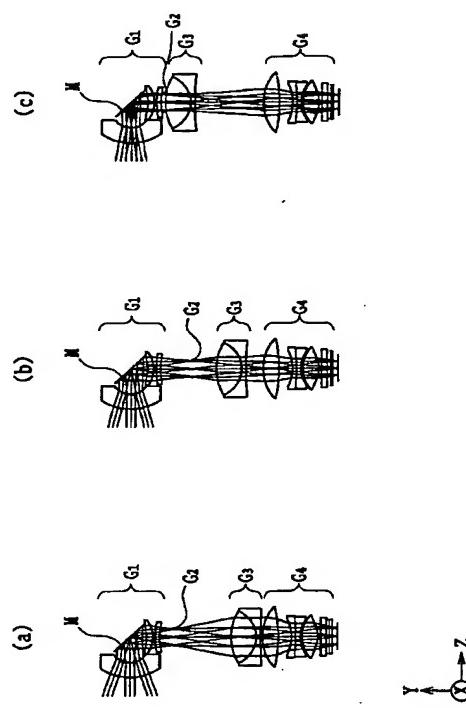




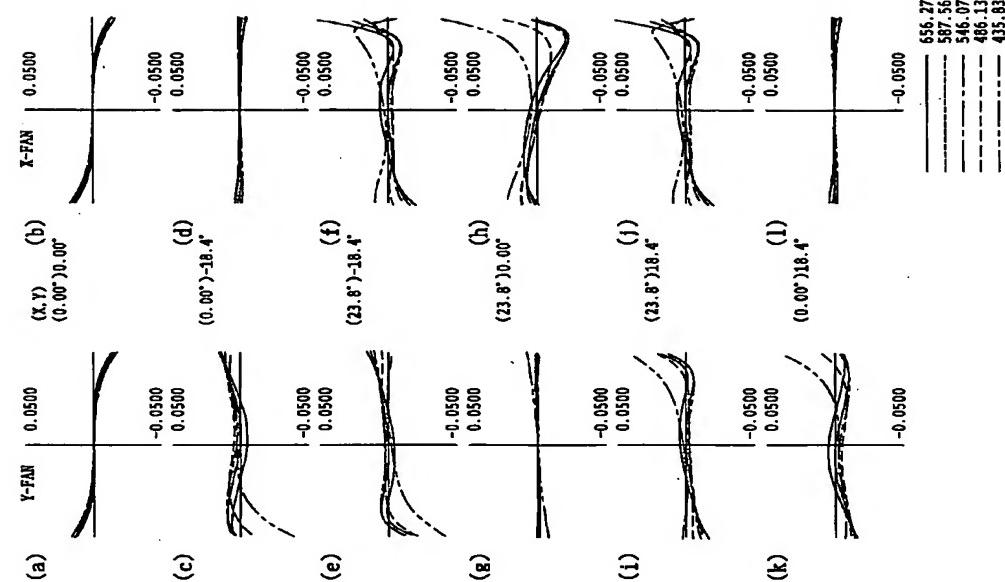
[図6]



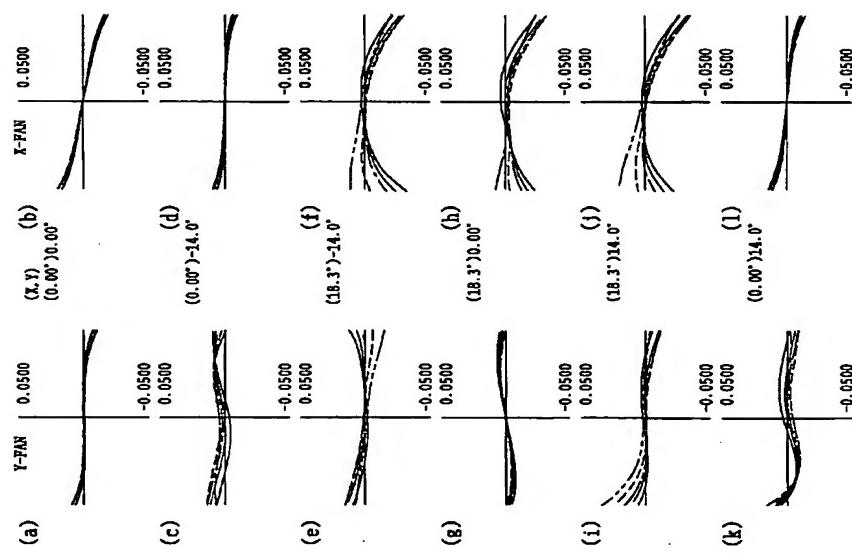
[図8]



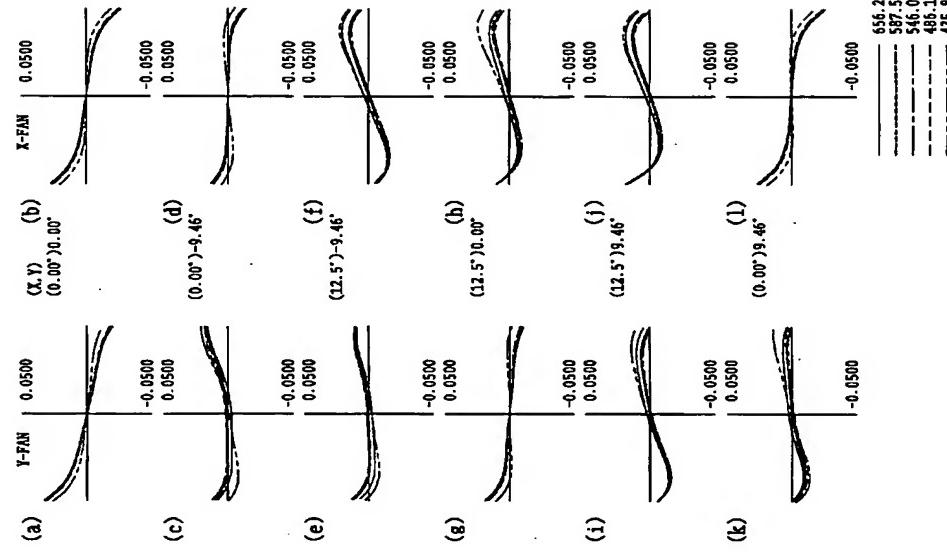
[図9]



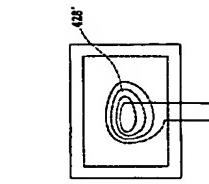
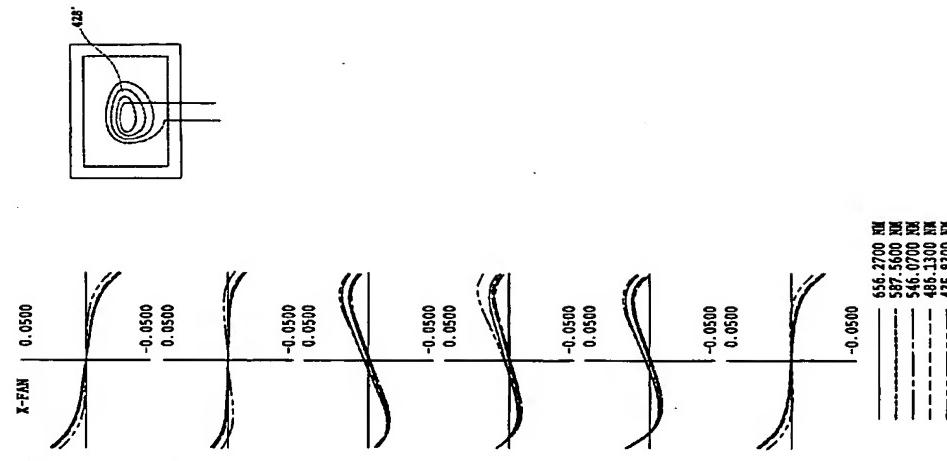
[図10]

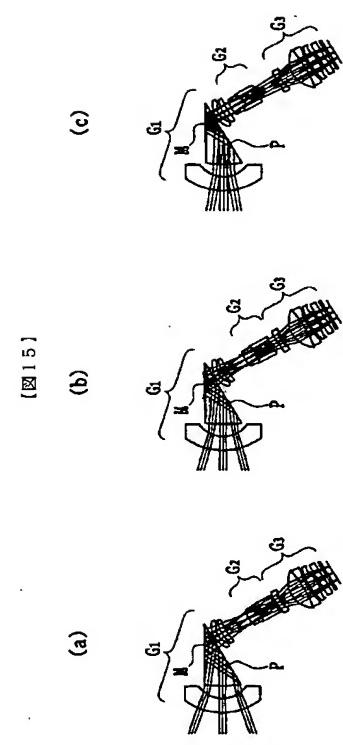


[図11]

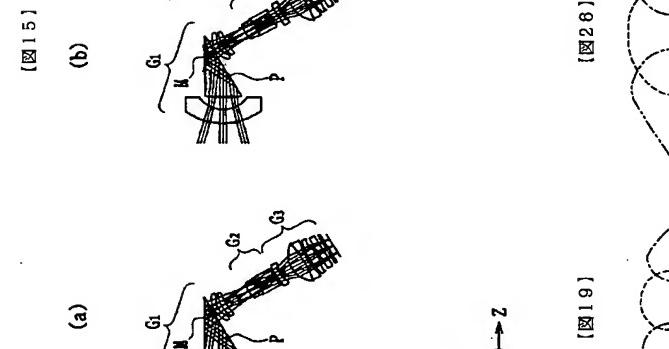


[図36]

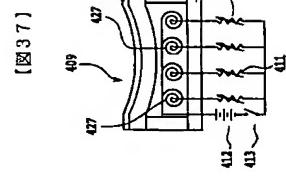
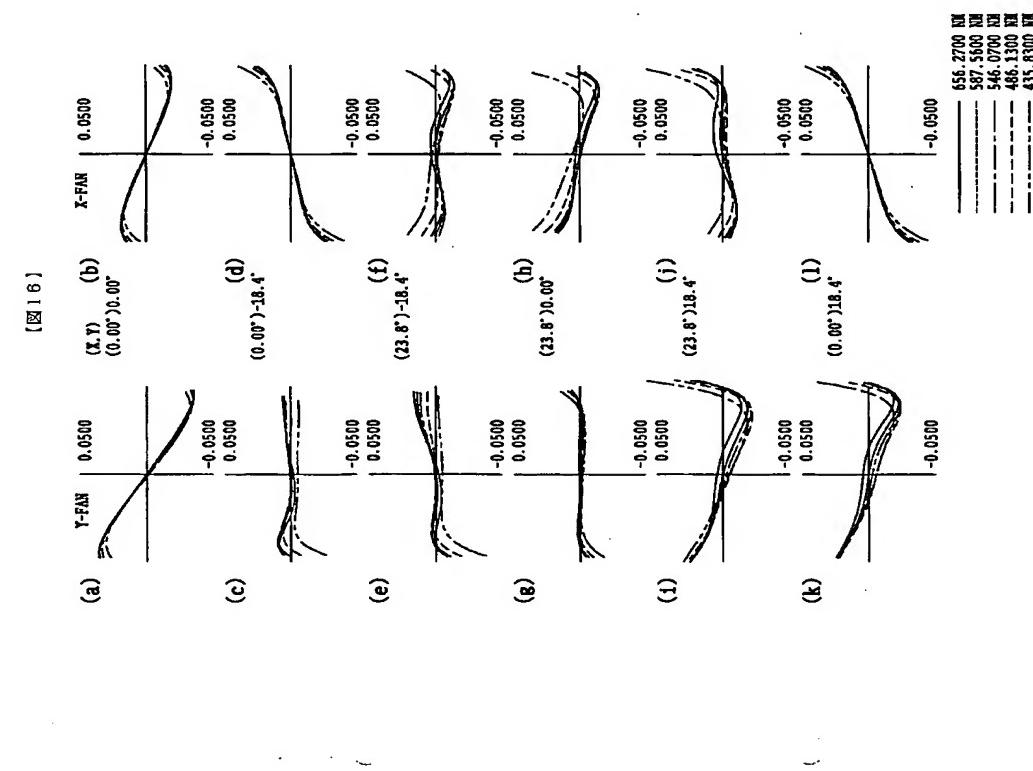




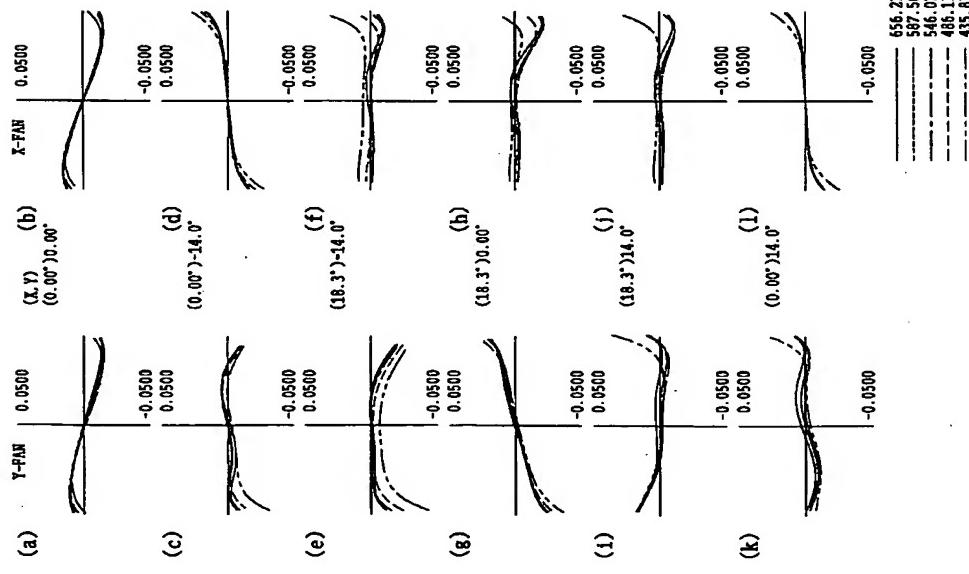
[図19]



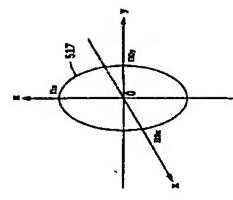
[図16]



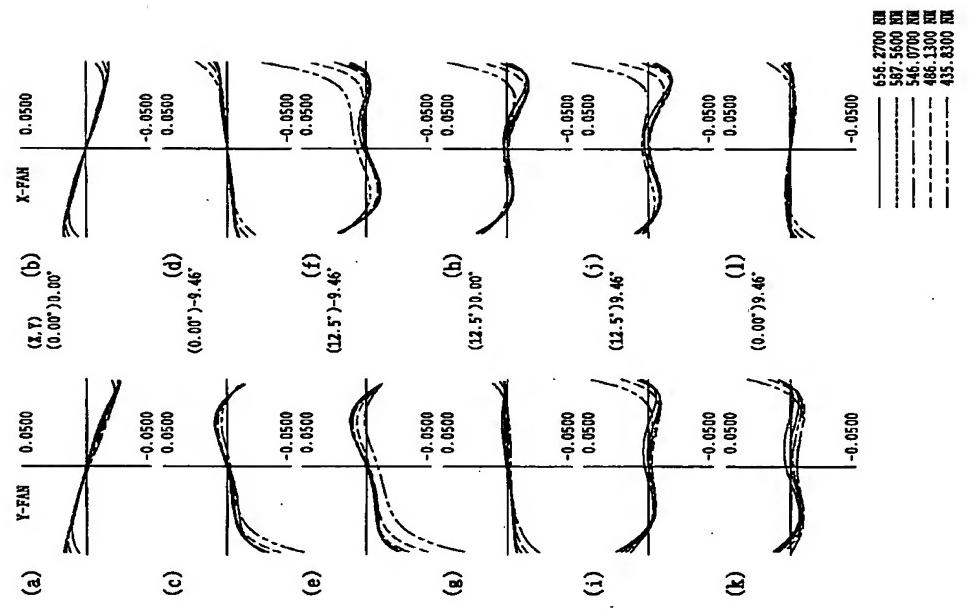
[図17]



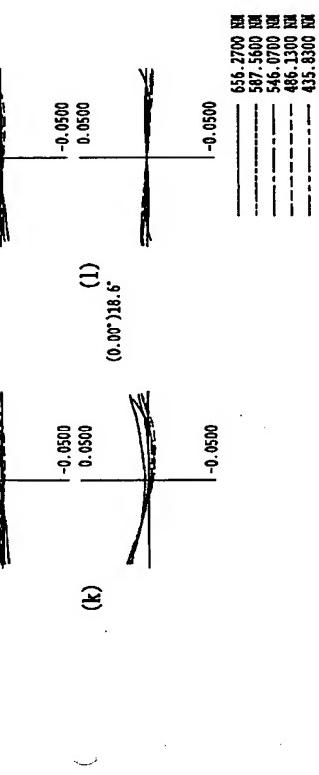
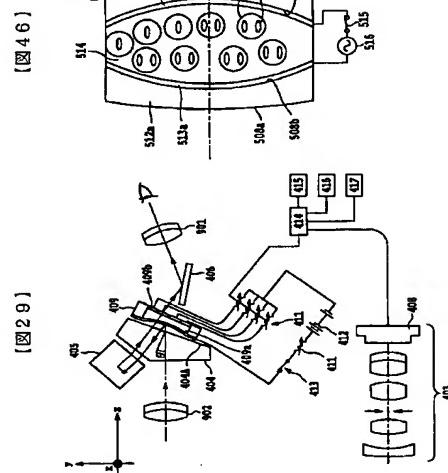
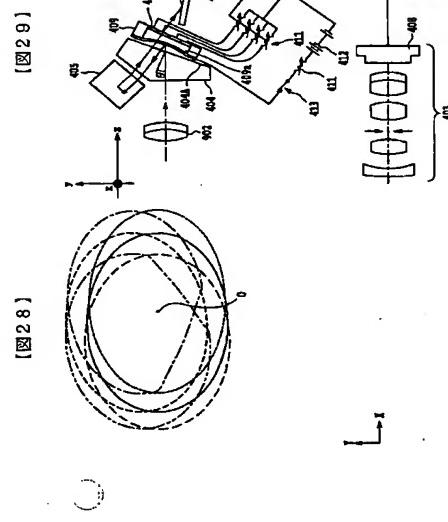
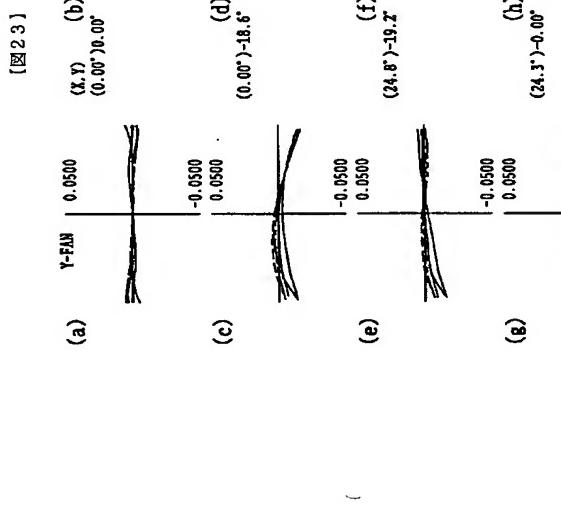
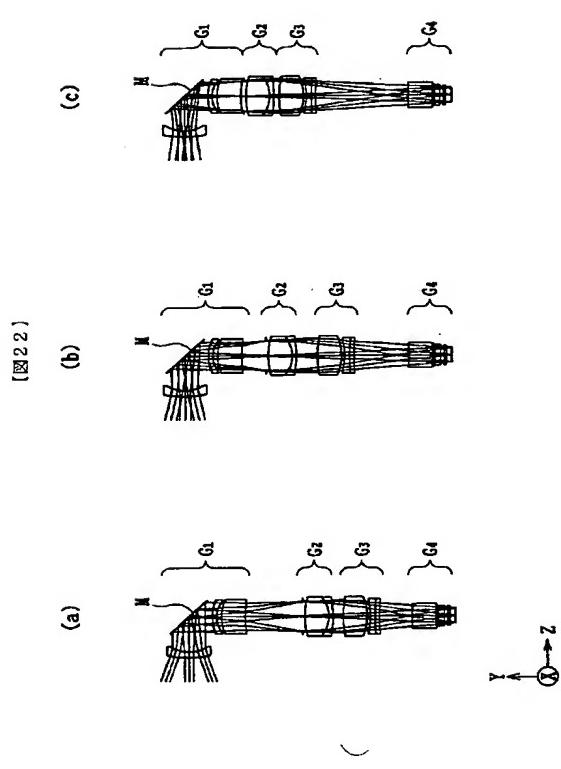
[図45]



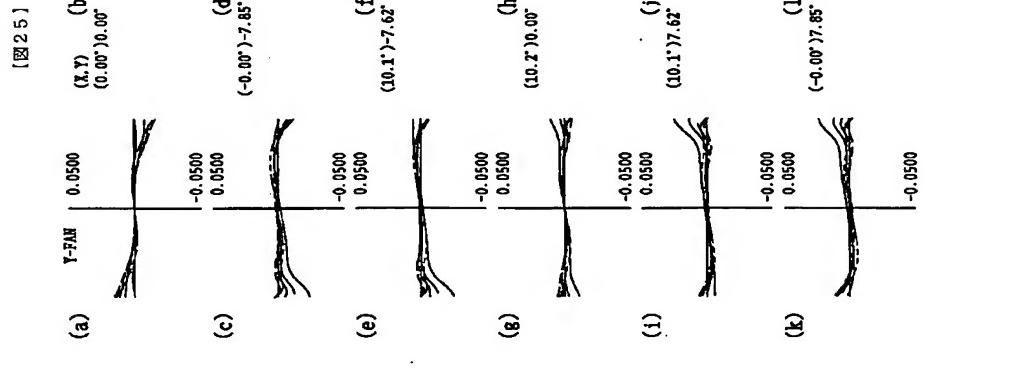
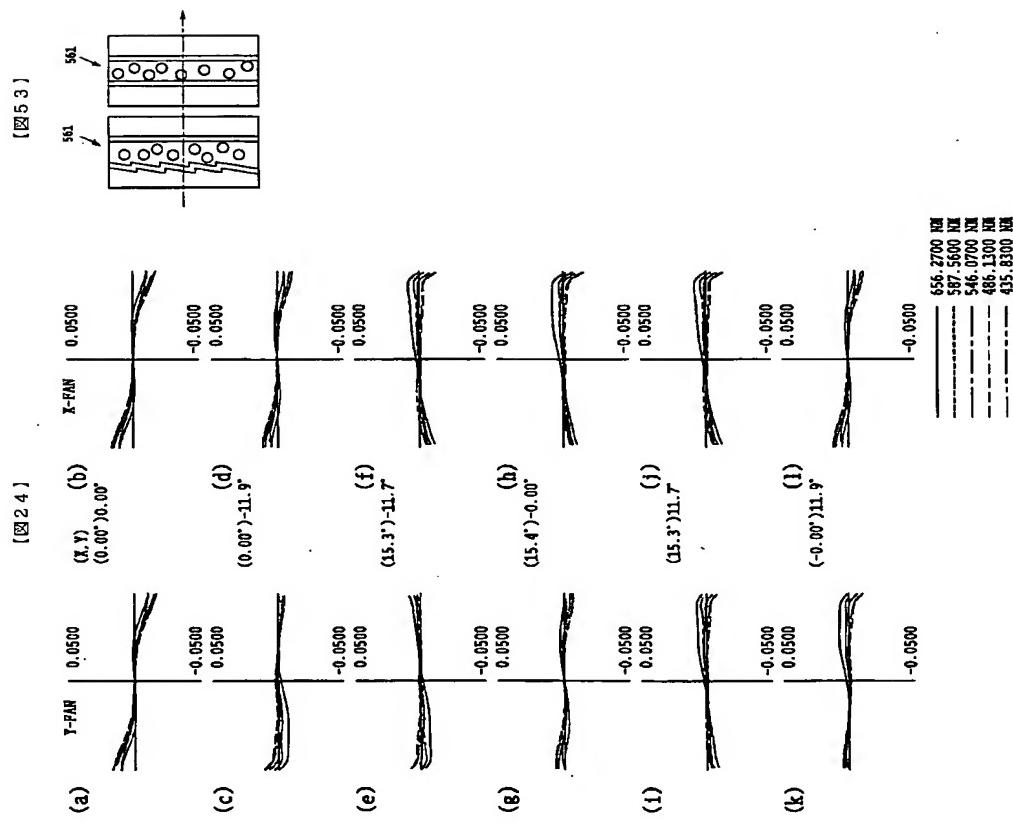
[図18]

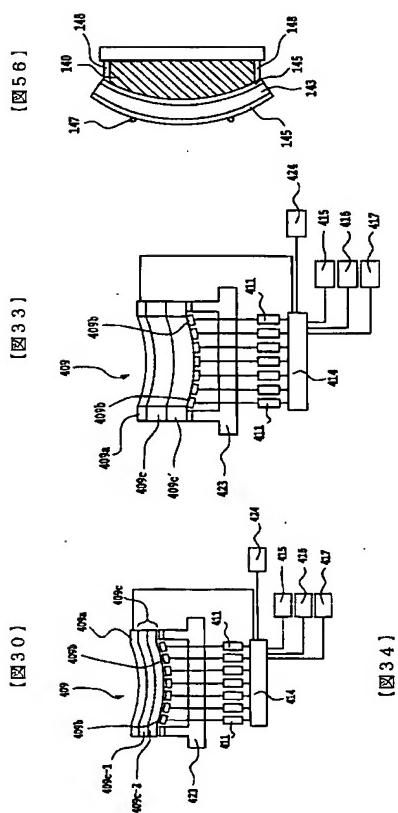


[図19]



--- 656,2700 KW
---- 587,5600 KW
- - - 546,0700 KW
- - - 486,1300 KW
- - - 435,8300 KW

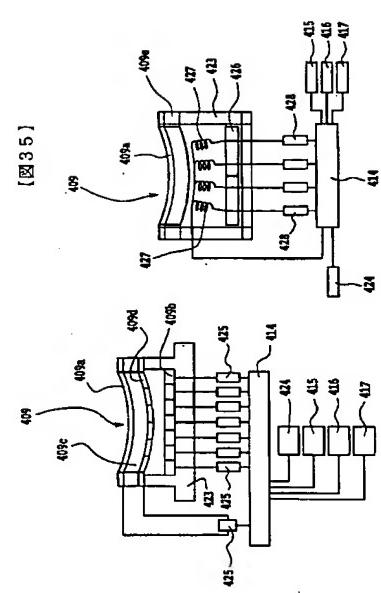




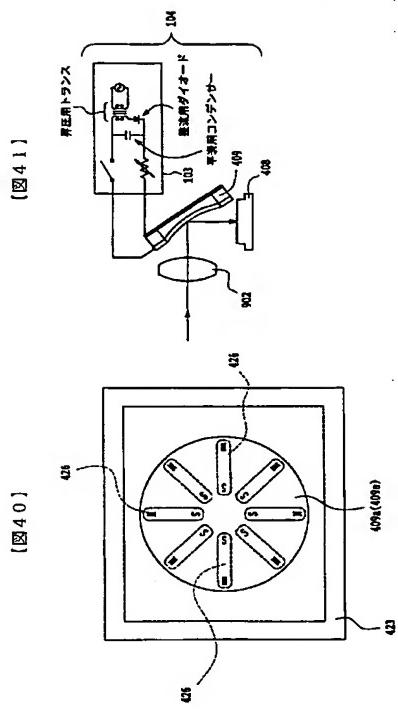
301

[33]

図4-1

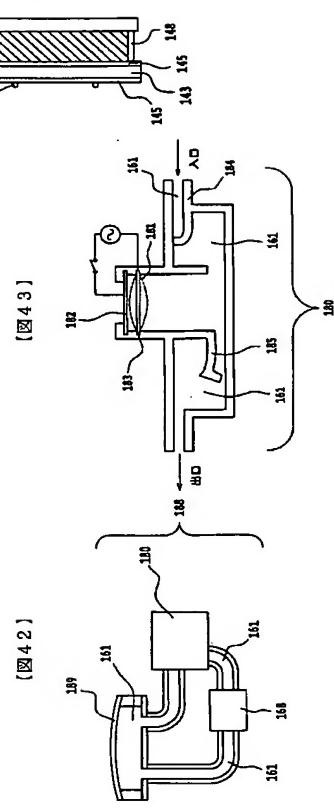


四三五

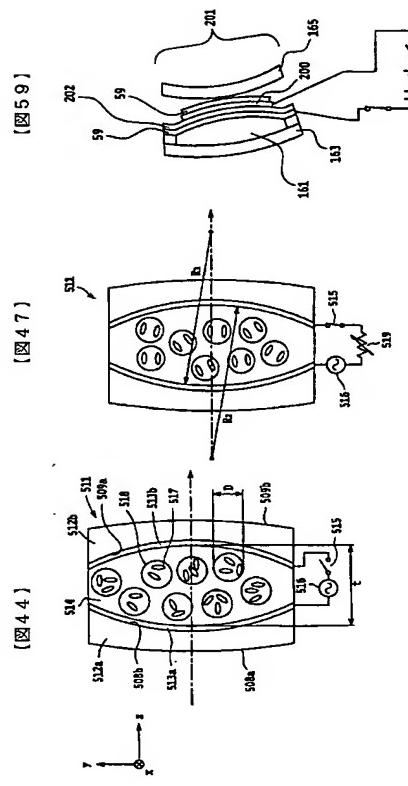


四〇一

図4-1



四三

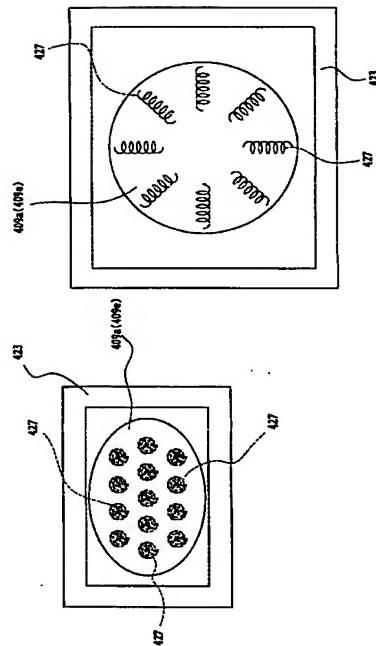


591

〔四七〕

四四

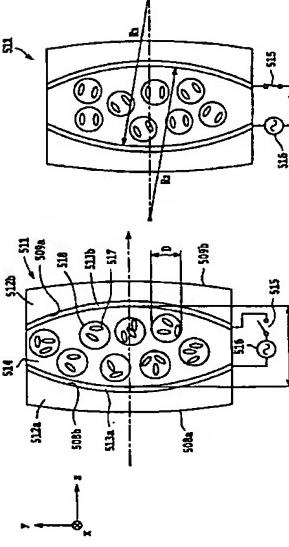
591



11

1

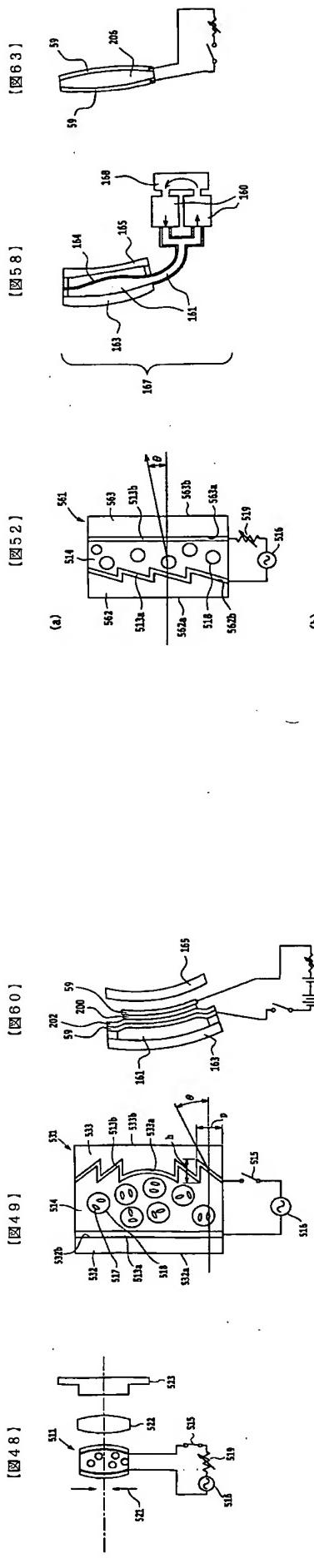
591



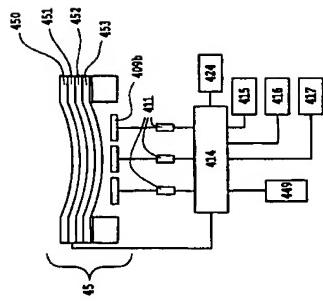
四

四

202



(図66)



フロントページの続き

(51)Int.Cl.
G 03 B 5/00
識別記号
F 1
G 03 B 5/00
J
フターム(参考)
2H042 D008 DD13
2H044 B601 DA01 DA02 DR00 DR04
EC01
2H057 KA01 PA07 PA08 PA19 PB09
PB10 QA02 QA06 QA07 QA17
QA21 QA22 QA25 QA26 QA34
QA38 QA41 QA42 QA45 QA46
RA05 RA12 RA13 RA16 RA41
SA14 SA15 SA19 SA24 SA26
SA29 SA32 SA63 SA64 SA72
SA75 SB04 SR13 SB25 SB33

Fターム(参考)
2H042 D008 DD13

2H044 B601 DA01 DA02 DR00 DR04
EC01
2H057 KA01 PA07 PA08 PA19 PB09
PB10 QA02 QA06 QA07 QA17
QA21 QA22 QA25 QA26 QA34
QA38 QA41 QA42 QA45 QA46
RA05 RA12 RA13 RA16 RA41
SA14 SA15 SA19 SA24 SA26
SA29 SA32 SA63 SA64 SA72
SA75 SB04 SR13 SB25 SB33